Learning signal processing in Persian language

Step 1: Short Time Fourier Transform (STFT)

ساناز جواهریان

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی پزشکی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران

طیف سیگنالی حاصل از تبدیل فوریه،نشان دهنده ی مولفه های فرکانسی سیگنال است ؛بدین ترتیب که پیک های نزدیک به مبدا نشانگر فرکانس پایین تر و مولفه های دور تر نشانگر فرکانس های بالاتر سیگنال میباشند.

تبدیل فوریه یک تبدیل کار آمد برای شناسایی مولفه های فرکانسی سیگنال است؛ اما ایرادی که دارد این است که لبه های تیز در حوزه ی زمان ،باعث ایجاد پدیده ی رینگینگ در کل بازه ی فرکانسی میشود و کل مولفه ها را تحت تاثیر قرار میدهد که ناشی از یک پنجره یا بازه برای کل سیگنال است ؛

علاوه بر آن ، امکان اینکه بتوانیم تشخیص دهیم که هر یک از مولفه ها در کدام لحظه از زمان اتفاق افتاده است را نداریم. یک مساله مهم در آنالیز سیگنال ،شناسایی محل مولفه های فرکانسی سیگنال ،در حوزه ی زمان است.

رابطه ی تبدیل فوریه به صورت زیر است:

$$F(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-i2\pi f t} \; dt$$

تبدیل فوریه یک تبدیل کار آمد برای سیگنال های ایستا است؛اما سیگنال های حیاتی ،همگی غیر ایستا هستند.

به همین دلیل برای پردازش سیگنال های غیر ایستا،باید یک ابزار دیگر

استفاده کرد تا بتوان پارامتر زمان را نیز لحاظ کند.

برای حل این مشکلات باید:

"از پنجره ها یا همان بازه های مساوی استفاده کنیم،تا تغییرات هر بازه را در همان بازه نگه داشته و در طول زمان نیز حرکت کنیم،با حرکت در طول زمان میتوان تشخیص داد که هر یک از مولفه ها در کدام بازه ی زمانی قرار گرفته است".

این همان مفهوم STFT است.

رابطه ی STFT به صورت زیر است:

$$STFT(\tau, v) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) w(t-\tau) e^{-i2\pi vt} \, dt$$

پنجره ی $w(t-\tau)$ باعث حذف مقادیر x(t) در خارج از ناحیه ی مورد بررسی میشود و تنها طیف فوریه ی در بازه ی مورد بررسی را حساب میکند.

پنجره کردن حوزه ی زمان با $w(t-\tau)$ به طور همزمان منجر به پنجره کردن حوزه ی فرکانس با $F(w-v)$میشود.

References

1. Akbari, H., M.T. Sadiq, and A.U. Rehman, Classification of normal and depressed EEG signals based on centered correntropy of rhythms in empirical wavelet transform domain. Health Information Science and Systems, 2021. 9(1): p. 1-15.

2. Akbari, H. and M.T. Sadiq, Classification of Seizure and Seizure Free EEG Signals Based on second-order difference plot of DWT coefficients. 2020.

3. Akbari, H., Classification of Seizure and Seizure Free EEG Signals using Geometrical features derived from Poincaré plot, and binary particle swarm optimization.

4. Akbari, H., S.S. Esmaili, and S.F. Zadeh, Classification of seizure and seizure-free EEG signals based on empirical wavelet transform and phase space reconstruction. arXiv preprint arXiv:1903.09728, 2019.

5. Ghofrani, S. and H. Akbari. Comparing nonlinear features extracted in EEMD for discriminating focal and non-focal EEG signals. in Tenth International Conference on Signal Processing Systems. 2019. International Society for Optics and Photonics.

6. Akbari, H. and M.T. Sadiq, Detection of focal and non-focal EEG signals using non-linear features derived from empirical wavelet transform rhythms. Physical and Engineering Sciences in Medicine: p. 1-15.

7. Akbari, H., S. Saraf Esmaili, and S. Farzollah Zadeh, Detection of Seizure EEG Signals Based on Reconstructed Phase Space of Rhythms in EWT Domain and Genetic Algorithm. Signal Processing and Renewable Energy, 2020. 4(2): p. 23-36.

8. Akbari, H. and S. Ghofrani, Fast and accurate classification f and nf EEG by using sodp and EWT. International Journal of Image, Graphics and Signal Processing (IJIGSP), 2019. 11(11): p. 29-35.

9. Hussain, W., et al., Epileptic seizure detection using 1 D-convolutional long short-term memory neural networks. Applied Acoustics, 2021. 177: p. 107941.

10. Sadiq, M.T., X. Yu, and Z. Yuan, Exploiting dimensionality reduction and neural network techniques for the development of expert brain–computer interfaces. Expert Systems with Applications. 164: p. 114031.

11. Sadiq, M.T., et al., Identification of Motor and Mental Imagery EEG in Two and Multiclass Subject-Dependent Tasks Using Successive Decomposition Index. Sensors, 2020. 20(18): p. 5283.

12. Sadiq, M.T., et al., A Matrix Determinant Feature Extraction Approach for Decoding Motor and Mental Imagery EEG in Subject Specific Tasks. IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, 2020.

13. Sadiq, M.T., et al., Motor imagery BCI classification based on novel two-dimensional modelling in empirical wavelet transform. Electronics Letters, 2020.

14. Sadiq, M.T., et al., Motor imagery EEG signals classification based on mode amplitude and frequency components using empirical wavelet transform. IEEE Access, 2019. 7: p. 127678-127692.

15. Sadiq, M.T., et al., Motor Imagery EEG Signals Decoding by Multivariate Empirical Wavelet Transform-Based Framework for Robust Brain–Computer Interfaces. IEEE Access, 2019. 7: p. 171431-171451.

16. Arianpour, Y., S. Ghofrani, and H. Amindavar. Locally nonlinear regression based on kernel for pose-invariant face recognition. in 2012 11th International Conference on Information Science, Signal Processing and their Applications (ISSPA). 2012. IEEE.

17. Sharma, M. and U.R. Acharya, Automated detection of schizophrenia using optimal wavelet-based l1 norm features extracted from single-channel EEG. Cognitive Neurodynamics, 2021: p. 1-14.

18. Sharma, M., et al., An automated diagnosis of depression using three-channel bandwidth-duration localized wavelet filter bank with EEG signals. Cognitive Systems Research, 2018. 52: p. 508-520.

19. Sharma, M., et al., An automatic detection of focal EEG signals using new class of time–frequency localized orthogonal wavelet filter banks. Knowledge-Based Systems, 2017. 118: p. 217-227.

20. Sharma, M., et al., Dual-tree complex wavelet transform-based features for automated alcoholism identification. International Journal of Fuzzy Systems, 2018. 20(4): p. 1297-1308.

21. Sharma, M., R.B. Pachori, and U.R. Acharya, A new approach to characterize epileptic seizures using analytic time-frequency flexible wavelet transform and fractal dimension. Pattern Recognition Letters, 2017. 94: p. 172-179.

22. Sharma, M. and R.B. Pachori, A novel approach to detect epileptic seizures using a combination of tunable-Q wavelet transform and fractal dimension. Journal of Mechanics in Medicine and Biology, 2017. 17(07): p. 1740003.

23. Sharma, M., D. Deb, and U.R. Acharya, A novel three-band orthogonal wavelet filter bank method for an automated identification of alcoholic EEG signals. Applied Intelligence, 2018. 48(5): p. 1368-1378.